**TFY4106 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.**
**Øving 6. Tips.**

**Oppgave 1 og 2.**

Mekanisk likevekt, mhp translasjon *og* rotasjon.

**Oppgave 3.**

*a*) og *b*) Fire ukjente – $\theta_0$, $S$, $f$, $N$ – krever fire ligninger. Ved den etterlyste grensen, $\theta = \theta_0$, har friksjonskraften $f$ sin maksimale verdi. Statisk likevekt betyr at du kan bruke Newtons 1. lov, for translasjon og rotasjon. Alternative korrekte uttrykk for snordraget:

$$S = \frac{MgR}{r+R}\sin\theta_0 = Mg\left(\sin\theta_0 - \mu_s\cos\theta_0\right).$$

*c*) Nå kan du regne vinkelen $\theta$ som kjent. Det er da fire ukjente: $a$, $S_1$, $f$, $N$. Det er ikke lenger statisk men kinetisk friksjon (glidende friksjon). Bruk N2 for translasjon og rotasjon, og pass på å bruke riktig rullebetingelse (evt "utrullingsbetingelse").

**Oppgave 4.**

*a*) Velg kulas massesenter som referansepunkt i denne deloppgaven. Eliminer størrelsen $F\Delta t$ fra de to ligningene $\Delta p = F\Delta t$ og $\Delta L = \tau\Delta t$.

*c*) Friksjonskraften $f$ virker slik at bevegelsen går mot ren rulling. Du finner derfor retningen p $f$ ved å vurdere om rotasjonen er for rask eller for langsom - eller motsatt: om translasjonen er for langsom eller rask (dvs i forhold til ren rulling).

*d*) Dreieimpulsen like etter støtet, $L_0$, må være den samme som ved ren rulling, $L_r$, pga dreieimpulsbevarelse. Spesialtilfellet med ren rulling umiddelbart skal gi $V_r = V_0$.

*e*) Translasjonshastigheten endres pga en konstant akselererende kraft. Finn akselerasjonen, og bruk denne til å bestemme $t_r$. Du kjenner start- og slutthastigheten, eller i alle fall sammenhengen mellom disse, fra *d*). Sjekk at spesialtilfellet som gir ren rulling stemmer.

Ekstra:
*f*) Total kinetisk energi er $K_{\text{trans}} + K_{\text{rot}}$. Ved ren rulling er $\omega_r = V_r/R$, og i starten er $\omega_0$ funnet i punkt *a*). Finn uttrykk for total kinetisk energi $K_0$ (rett etter støtet) og $K_r$ (ved ren rulling). Det kan være informativt å regne ut og analysere forholdet $K_r/K_0$.

*g*) Forskjøvet lengde $x_r$ kan finnes fra gjennomsnittsfart og tiden $t_r$: $x_r = \langle V\rangle\, t_r$. Fasitsvar:

$$\Delta K = K_r - K_0 = -\frac{1}{2}MV_0^2\cdot\frac{2}{7}\left(1-\frac{5h}{2R}\right)^2$$

$$x_r = \frac{2V_0^2}{49\mu_k g}\left(6+\frac{5h}{2R}\right)\left|1-\frac{5h}{2R}\right|$$